

УДК 664.683.9

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ НАБУХАННЯ ПОЛІСАХАРИДІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВЕРШКОВИХ КРЕМІВ

Ю.П. Звягінцева-Семенець, аспірант*, E-mail: jliaua@bigmir.net

Ю.В. Камбулова, кандидат технічних наук, доцент*, E-mail: kambulova.julya@yandex.ua

І.О. Соколовська, кандидат технічних наук, асистент*, E-mail: ia_sokolovskaya@mail.ru

О.В. Кобилінська, кандидат технічних наук, доцент*, E-mail: olenakobylynska@gmail.com

М. Колесник, студент, E-mail: m_kolesnyk@mail.ru

*кафедра технології хлібопекарських і кондитерських виробів

Національний університет харчових технологій, вул. Володимирська, 68, Київ, Україна, 01601

Анотація. У статті наведено результати досліджень процесів набухання і розчинення альгінату натрію, йота-карагінану і агару у вершках з метою обґрунтування способу їх введення в емульсійно-піну систему вершкового крему. Встановлено, що під час охолодження збитої маси полісахариди утворюють драглеподібний каркас, що запобігає її розшаруванню і надає системі стабільності в період часу існування.

Вивчені функціонально-технологічні властивості досліджуваних гідроколіїдів дозволяє розширити спектр їхнього застосування, покращити технологічні показники якості вершкових кремів із зменшеною часткою жиру, збільшити температурний інтервал оздоблення. Із урахуванням органолептичних і фізико-хімічних показників якості готової продукції визначено умови введення альгінату натрію і карагінану, раціональні концентрації їхнього використання.

Ключові слова: альгінат натрію, йота-карагінан, агар, вершкові креми, набухання полісахаридів, емульсійно-пінні системи.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАБУХАНИЯ ПОЛИСАХАРИДОВ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ СЛИВОЧНЫХ КРЕМОВ

Ю.П. Звягінцева-Семенець, аспірант*, E-mail: jliaua@bigmir.net

Ю.В. Камбулова, кандидат технических наук, доцент*, E-mail: kambulova.julya@yandex.ua

И.О. Соколовская, кандидат технических наук, ассистент*, E-mail: ia_sokolovskaya@mail.ru

О.В. Кобылинская, кандидат технических наук, доцент* E-mail: olenakobylynska@gmail.com

М. Колесник, студент, E-mail: m_kolesnyk@mail.ru

*кафедра технологии хлебопекарных и кондитерских изделий,

Национальный университет пищевых технологий, ул. Владимирская, 68, Киев, Украина, 01601

Аннотация. В статье приведены результаты исследований процессов набухания и растворения альгината натрия, йота-карагинана и агара в сливках с целью обоснования способа их введения в эмульсионно-пенную систему сливочного крема. Установлено, что во время охлаждения сбитой массы полисахариды образуют гелевый каркас, что предотвращает ее расслоение и придает системе стабильности в период времени существования.

Изученные функционально-технологические свойства исследуемых гидроколлоидов позволяют расширить спектр их применения, улучшить технологические показатели качества сливочных кремов с уменьшенной частью жира – увеличить температурный интервал отделки. С учетом показателей качества готовой продукции определены условия введения альгината натрия и каррагинана, рациональные концентрации их использования.

Ключевые слова: альгинат натрия, йота-карагинан, агар, сливочный крем, набухания полисахаридов, эмульсионно-пенные системы.



Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Вступ

В умовах жорсткої конкуренції на ринку виробники кондитерських виробів прагнуть максимально збільшити ефективність виробництва, розширюючи асортимент і знижуючи виробничі витрати. Для досягнення поставлених цілей в рецептурах такого оздоблювального напівфабрикату для тортів і тістечок як вершковий крем, часто почали використовувати рослинні вершки або спеціалізовані рослинні суміші промислового призначення. До складу сумішей входять вода, рослинні жири, емульгатори, стабілізатори систем, нерідко склад суміші

залишається невідомим. Така продукція практично витіснила традиційні, натуральні продукти. Тому актуальним завданням є удосконалення існуючих технологій виробництва вершкових кремів, розширення їхнього асортименту за рахунок використання натуральної сировини оздоровчого і функціонального призначення. Варіювання цінової політики готового продукту можливе за рахунок використання вершків молочних із зниженою масовою часткою жиру.

Згідно традиційних рецептур [1] до вершків ставляться суворі вимоги за кількістю жирової фази, яка повинна складати не менше 35 %. Під час охолодження молочний жир кристалізується й утворює навколо

пухирців повітря твердий каркас, що запобігає розшаруванню дисперсної системи. Проте, внаслідок багатьох факторів, визначальним із яких буде температура, стійкість системи може зменшуватись, піна руйнується, відбувається коалесценція. Затримати процес руйнування системи і зменшити визначальну роль жиру можна внесенням гідроколоїдів, які у водному середовищі утворюють колоїдний розчин з високою поверхневою в'язкістю та міцністю адсорбованих шарів [2-4]. Під час охолодження розчин структуроутворювача утворює драглеподібну сітку, що сприяє стабілізації крему. Серед технологічних схем кондитерських оздоблювальних напівфабрикатів відомий спосіб виробництва вершкового крему з використанням вершків жирністю 20 % і желатину [1], але він має декілька недоліків. По-перше, у вершковому кремі присутній специфічний присмак желатину, усунення якого викликає необхідність обов'язкового внесення ароматичних речовин, фруктово-ягідної сировини. По-друге, крем з желатином повинен бути негайно використаний для оздоблення, оскільки гідроколоїд швидко утворює фіксовану драглеподібну структуру. Відповідно, виникає потреба у розширенні спектру гідроколоїдів і вивченні питань, пов'язаних з їхнім використанням у технологіях таких оздоблювальних напівфабрикатів як вершкові креми [4].

Серед різноманіття харчових загусників, стабілізаторів і драглеутворювачів, представлених на ринку [5,6], особливе місце займають водоростеві полісахариди – агар, альгінати, карагінани, які окрім означених функціонально-технологічних властивостей, мають оздоровчий вплив на організм людини. Вивчення їхньої поведінки в емульсійній системі з метою розширення технологічних властивостей крему (температурного інтервалу оздоблення, стабільності в процесі оздоблення, транспортування й зберігання готової продукції) і асортименту напівфабрикатів представляє інтерес як з наукового, так і з практичного підходу.

Постановка проблеми

У дослідженнях застосовували наступні полісахариди: альгінат натрію (АН), агар, j-карагінан. Так, альгінат використовують як стабілізатор молочних продуктів, морозива, для яких вагомим критерієм якості є стійкість структури в умовах заморозування-розморозування. j-карагінан здатен до взаємодії з білками молока, утворюючи свого роду стабілізаційну сітку в збивних молочних системах, в тому числі морозиві, десертах із збитими вершками, молочних коктейлях. Агар, навпаки, не взаємодіє з іншими складовими, і в невеликих кількостях здатний стабілізувати масляні креми, ароматизоване молоко, морозиво [7].

Зрозуміло, що застосування гідроколоїдів пов'язано із процесами їх розчинення. Поведінка

гідроколоїдів під час взаємодії із полярним розчинником повинна обґрунтувати спосіб його підготовки перед введенням в систему. Існуючі способи застосування передбачають попередню гідратацію полісахаридів у воді, іноді – із застосуванням попереднього змішування гідроколоїду з іншими харчовими інгредієнтами, наприклад цукром, для запобігання агломерації і грудкування [8]. Іноді в дисперсійне середовище, в тому числі й молоко, вводять секвестрант для запобігання передчасного драглеутворення. Для виробництва вершкових кремів внесення додаткової кількості води призведе до підвищення вологості, і, як наслідок, мікробіологічного псування, може викликати нестабільність утвореної системи і розшарування крему. Тобто, попереднє розчинення полісахаридів у воді в даній технології небажане. Тому, метою проведення досліджень є вивчення закономірностей розчинення і набухання альгінату натрію, агару, j-карагінану у вершках для обґрунтування способу їхньої підготовки в технології вершкових кремів зниженої калорійності. Для пояснення отриманих експериментальних даних і порівняння процесів, що вивчаються, доцільно дослідити кінетику набухання альгінату натрію, j-карагінану і агару у воді [8].

Літературний огляд

Першою стадією розчинення високомолекулярних сполук, якими є обрані полісахариди, є набухання. Процес носить складний характер, є специфічним для кожного окремого полімеру і визначається насамперед його складом і будовою, полярністю розчинника. Так, набухання лінійних гідроколоїдів, які енергетично взаємодіють з молекулами полярного розчинника, пов'язано із дифузійною молекул високомолекулярної сполуки (ВМС) у розчинник і, сольватацією макромолекул. Ця стадія характеризується виділенням тепла і впорядкованим розташуванням молекул розчинника близько макромолекул. У результаті впорядкованого розташування молекул розчинника спостерігається руйнування зв'язків між окремими макромолекулами, внаслідок чого ланцюги стають вільними і здатними здійснювати тепловий рух у цілому. Завдяки цьому відбувається дифузія молекул розчинника у високополімер, збільшуючи об'єм останнього і масу. В подальшому послаблюються зв'язки між макромолекулами, вони також починають дифундувати в середовище з утворенням однорідного розчину. Чим більше молекулярна маса гідроколоїду, тим повільніше йде процес набухання та розчинення [12,13].

Друга стадія набухання обумовлена ентропійними причинами. Набухання не завжди завершується розчиненням. У багатьох випадках після досягнення відомої ступеня набухання процес припиняється. Причина такого явища полягає в тому, що ВМС і розчинник здатні змішуватися обмеже-

но. В результаті після встановлення рівноваги система буде складатися з двох фаз: насиченого розчину високополімеру в розчиннику (власне розчин) і насиченого розчину розчинника (драглів).

Альгінова кислота – це блочний сополімер β -D-мануронової кислоти (M) і α -L-гулууронової кислоти (G), з'єднаних в лінійний полісахарид (1,4)- глікозидними зв'язками. Для отримання розчину альгінату необхідно диспергувати його частинки в середовищі і розчинити. Це можна здійснити перемішуванням суспензії з високим зусиллям здвигу або попередньо перемішав альгінат із частинами цукру або гідрофобним розчинником, наприклад рослинною олією. Швидкість розчинення альгінату залежить від розміру його частинок – чим вони дрібніші, тим швидше здійсниться розчинення.

Альгінат використовують як стабілізатор молочних продуктів, але перед введенням у молочну систему його обов'язково гідратують і вводять при високих температурах, що пов'язано із взаємодією альгінату з іонами кальцію і передчасним драглеутворенням. Навіть незначна кількість солей кальцію призводить до часткового і нерегулярного зшивання макромолекул альгінату і утворення на поверхні негідратованих частинок полісахариду драглевого шару. При підвищених температурах збільшується тепловий рух молекул і перешкоджає з'єднанню альгінату з іонами кальцію. За температур молока, вищих $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, кальцій більш міцно утримується міцелами молока, і альгінат гідратується, не взаємодіючи з іонами Ca^{2+} [9].

Карагінан – високомолекулярний лінійний полісахарид, який складається із галактозо-3,6-ангідрогалактозних фрагментів (сульфітованих і нессульфованих), які з'єднані α -(1,3) і β -(1,4) глікозидними зв'язками. Молекулярна маса – 2000 – 8000 кДа. J-карагінан відноситься до основних типів карагінанів, які отримують у чистому вигляді селективною екстракцією. Вміст сульфату і 3,6-ангідрогалактози складає приблизно 32 і 26 %. Він розчинний у гарячій воді, в холодній воді розчинні лише його натрієві солі. J-карагінан також розчинний у гарячому молоці, причому розчин має низьку в'язкість. Для диспергування карагінан перед гідратацією змішують з сахарозою або декстрозою, або суспендують в олії для створення гідрофобного бар'єра навколо кожної частинки або диспергування в розчині солі, цукровому сиропі або спирті. Запобігти грудкуванню можливо також перемішуванням з високою швидкістю зсуву. До температур $40 - 60\text{ }^{\circ}\text{C}$ гідратація j-карагінану відбувається досить повільно, проте в'язкість розчину підвищується. Подальше збільшення температури до $75 - 80\text{ }^{\circ}\text{C}$ супроводжується зменшенням в'язкості, але охолодження такого розчину призведе до драглеутворення. У молочних напоях, в яких карагінан міститься в невеликих концентраціях, драглева сітка не утворюється до температур нижчих за $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Проте, в присутності великого вмісту сухих речо-

вин (в кондитерських виробках), карагінан концентрується у водному середовищі і наявність в них катіонів може призводити до драглеутворення, навіть при температурах $80 - 85\text{ }^{\circ}\text{C}$ [10].

Полісахаридний ланцюг агару складається з двох основних фракцій. Основною фракцією є нейтральний полісахарид агароза, що здатна утворювати міцні драглі. Другою фракцією є полімер агаропектин, який має заряд, але утворює досить слабкі драглі. Агароза – це лінійний полімер агаробіози – дисахариду, до складу якого входить β -D-галактопіроаноза і 3,6-ангідро- α -L-галактопіроаноза, з'єднані 1,4-зв'язком. У агарі міститься 1,5 – 2,5 % сульфату.

Агар є нейтральним полімером, він має низьку реакційну здатність по відношенню до інших речовин. На відміну від карагенану, агар не виявляє синергізму з білками, оскільки в його полімерному ланцюгу достатньо мало сульфатних груп, які виявляють значну реакційну здатність до білків. Як і у агарози, структурною одиницею агаропектину є агаробіоза, але бокові групи включають до 8 % залишків сульфатних фрагментів, метильні фрагменти, глюкуронову і піровиноградну кислоту. Присутність цих бокових груп робить молекулу агаропектину нерегулярною, і він практично не приймає участь у процесі драглеутворення.

Агар нерозчинний в холодній воді, але гідратується у гарячій, формуючи випадкові різні структури. Драглеутворення визначається виключно водневими зв'язками, внаслідок яких утворюються одинарні або подвійні спіралі [11].

Вивчення закономірностей набухання полісахаридів у вершках

Кількісну і якісну характеристику набухання полісахаридів у вершках і воді оцінювали за ступенем набухання шляхом вимірювання маси набухлих пластинок полісахаридів. Ступінь набухання, α , %, обчислювали за різницею маси між плівками полісахаридів, витриманими у дисперсійному середовищі, за формулою:

$$\alpha = \frac{m_x - m_0}{m_0} \cdot 100\% \quad (1)$$

де: m_0 – маса пластинки до набухання, мг; m_x – маса пластинки після занурювання у середовище, мг. За результатами обчислювань будували криві кінетики набухання досліджуваних зразків полісахаридів $\alpha = f(\tau)$ і визначали граничну ступінь набухання α_{∞} .

Для досліджень процесу набухання висушені плівки гідроколідів сталої маси занурювали у вершки жирністю 20 % і воду за температур $25 - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ і через кожні 30 секунд вимірювали масу полімеру. Процес відбувався до повного розчинення плівки. За результатами зважувань розраховували ступінь набухання гідроколідів в певний час витримання. Кінетику набухання альгінату натрію, j-карагінану і агару у воді і вершках представлено на рис. 1-6.

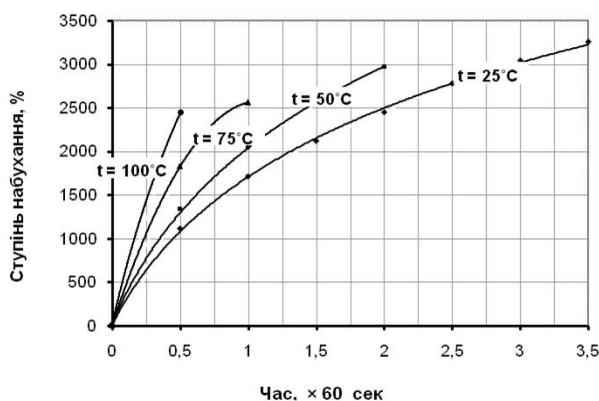


Рис. 1. Залежність ступеня набухання альгінату натрію у воді від часу і температури

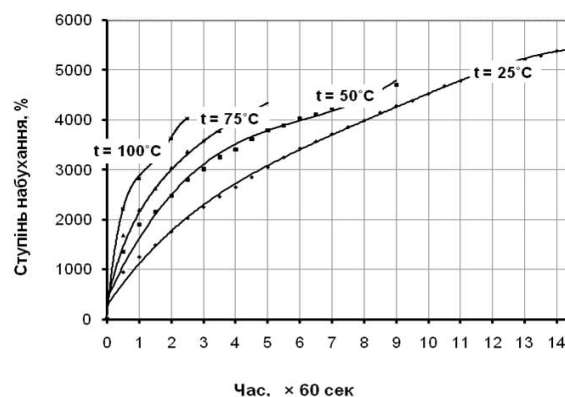


Рис. 2. Залежність ступеня набухання альгінату натрію у вершках жирністю 20% від часу і температури

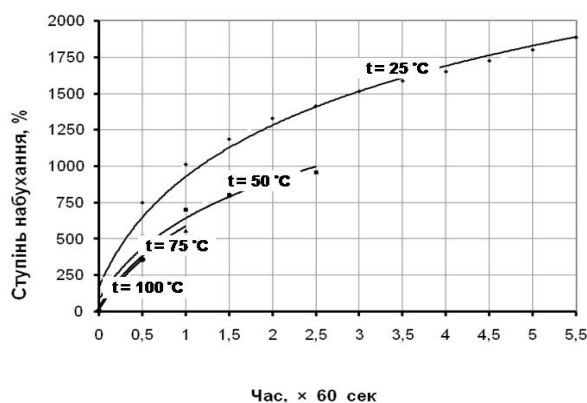


Рис. 3. Залежність ступеня набухання я-карагану у воді від часу і температури

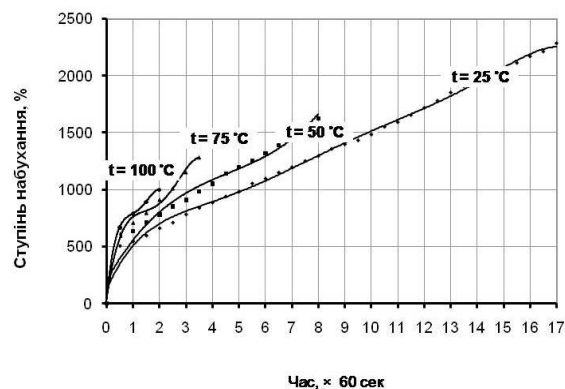


Рис. 4. Залежність ступеня набухання я-карагану у вершках жирністю 20% від часу і температури

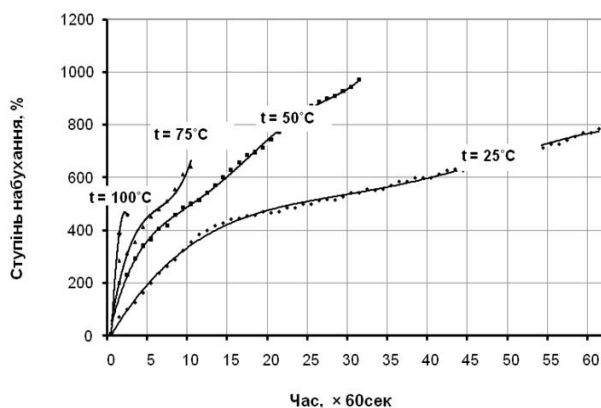


Рис. 5. Залежність ступеня набухання агару у воді від часу і температури

Аналіз дозволяє зробити декілька загальних висновків. По-перше, збільшення часу набухання пропорційно збільшує ступінь набухання полісахаридів. Так АН при температурі 25 °С через 2 хв має ступінь набухання у вершках –1957, через 8 хв – 3928 %, через 12 хв – 4871 %, через 14 хв – 5371 %. Караганан при температурі 25 °С через 2 хв має

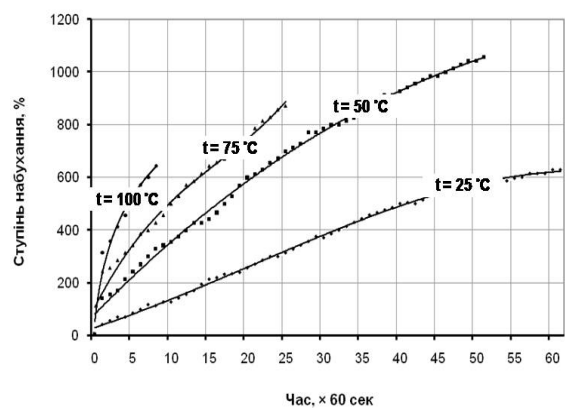


Рис. 6. Залежність ступеня набухання агару у вершках жирністю 20% від часу і температури

ступінь набухання у вершках – 671 %, через 8 хв – 1286 %, через 12 хв – 1671 %, через 14 хв – 1986 %. Агар при температурі 25 °С через 2 хв має ступінь набухання у вершках – 71, через 8 хв – 128 %, через 12 хв – 171 %, через 14 хв – 214 %. Аналогічні тенденції спостерігаються при набуханні полісахаридів у воді. Тобто, чим більше полісахарид контак-

тує з розчинником, тим більше змінюється його структура, більше молекул розчинника проникають у будову ВМС, приєднуються, порушуючи компактне укладання його молекул, він стає більш доступним, збільшується його маса і об'єм. Збільшення тривалості набухання полісахариду сприяє переходу обмеженого його набухання в стан необмеженого, призводить в кінцевому до повного розчинення полісахариду і сприяє утворенню гомогенного колоїдного розчину.

Поряд з цим, час, що необхідний для повного розчинення різновидів обраних полімерів також різний. Встановлено, що за температур 25; 50; 75; 100 °С альгінату натрію до повного розчинення у вершках потрібно 15,5; 9,5; 5,5 ; 3 хв відповідно; карагіану – 17,5; 8; 3,5; 2 хв; агару – >60; 52; 25; 8 хв. Тобто, найменша швидкість до набухання характерна для молекули агару. Такі різні значення часу набухання пов'язані, насамперед, з різною будовою і способом укладання полісахаридних ланцюгів. Молекула агару має компактне щільне укладання агаробіози з високою молекулярною масою. Вода, яка приєднується до гідролоїду за температур 25 – 50 °С, формує гідратну оболонку і досить обмежено проникає у внутрішню структуру полісахариду. Для повного набухання полісахариду в

указаному інтервалі температур і переходу його у стан необмеженого набухання потребується більш тривалий час їхнього контакту. J-карагінан і альгінат натрію мають приблизно однакову швидкість набухання, оскільки мають приблизно однакову молекулярну масу, нерозгалужену структуру і лінійне укладання молекул.

По-друге, суттєвим фактором для розчинення полісахаридів є підвищення температури дисперсійного середовища. Як свідчать представлені дані, нагрівання як вершків, так і води прискорює процес розчинення полісахаридів і показник граничного ступеню набухання зменшується. Це пов'язано зі збільшенням дифузії молекул розчинника у гідролоїд, що призводить до послаблення зв'язків між окремими макромолекулами, внаслідок чого вони стають доступнішими до взаємодії з розчинником і з часом також починають дифундувати в середовище. Порівняльний аналіз граничного ступеню набухання гідролоїдів у воді і вершках залежно від температури представлено на рис. 7-8. Наприклад, граничний ступінь набухання АН у вершках за t 25; 50; 75; 100 °С: 5443; 4700; 4228; 4028 % ; карагіану – 2286; 1628; 1286; 1000 %; агару – 628; 1057; 871; 643 %.

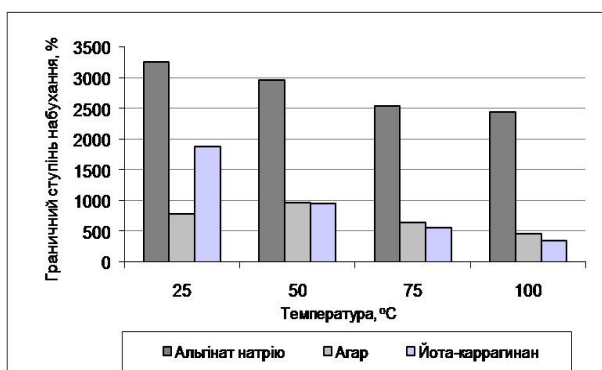


Рис. 7. Граничний ступінь набухання полісахаридів у воді

По-третє, емульсійні системи, на відміну від води, сповільнюють розчинення полісахаридів. Наявність водорозчинних білків, мікро- і мікроелементів, вітамінів, вміст жирової фракції зменшує кількість доступної для гідратації води і тим самим обмежує набухання. Відповідно, такі показники, як час набухання, будуть вищими. Наприклад, час набухання у вершках для альгінату натрію збільшується у 5 разів, для карагінану – у 3 – 4 рази, для агару (залежно від температури) – 1,6 – 8 разів. Але закономірності набухання полісахаридів у вершках ідентичні закономірностям їх набухання у воді.

Отримані результати набухання полісахаридів у вершках слугують обґрунтуванням режимів підготовки альгінату натрію, карагіану і агару для введення при приготуванні кремів. А саме, доцільним є попереднє набухання гідролоїдів у вершках до повного розчи-

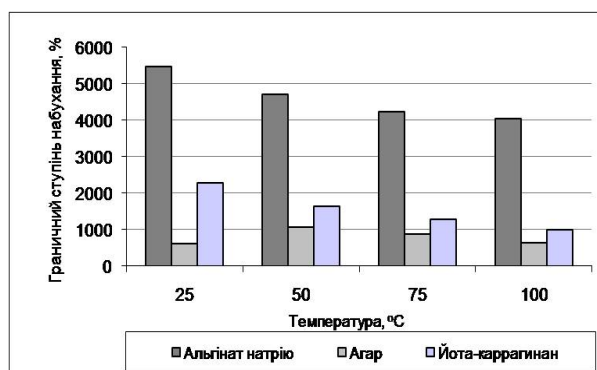


Рис. 8. Граничний ступінь набухання полісахаридів у вершках жирністю 20%

нення і введення в систему у вигляді колоїдного розчину при збиванні. Внесення полісахаридів у розчиненому стані полегшить рівномірне їх розподілення за всім об'ємом дисперсійного середовища і дозволить отримати однорідну консистенцію крему. Найбільш швидко відбувається розчинення полісахаридів за температури 100 °С, у зв'язку з чим саме такий температурний режим було використано для їхньої гідратації. Отримані розчини рекомендовано охолоджувати, оскільки високі температури сприятимуть підвищенню температури збитої маси, і, як наслідок, молочний жир частково або повністю плавиться, а збита маса втрачає пишність, підвищується її густина. При цьому процес охолодження також потребує уважного вивчення, оскільки система при зниженні температури набуває ознак драглів, що є також небажаним.

Для рекомендації граничних температур охолодження розчинів полісахаридів користувались основним фактором: розчин повинен мати в'язку консистенцію без драглеутворення при якомого нижчих температурах. Встановлено, що системи відповідають таким вимогам лише за температур не нижчих 40 °С, що унеможливило їхнє введення при збиванні вершків. Проте, досягти бажаних структурно-механічних властивостей, на нашу думку, є можливим при введенні в розчин цук-

ру білого. Сахароза, як дегідратуючий по відношенню до полісахаридів агент, обмежить їхнє швидке набування, підвищить в'язкість системи і тим самим зменшить температуру драглеутворення колоїдних розчинів. Раціональні співвідношення структуроутворювача, цукрової пудри і вершків, за якими можливо досягти найменшої температури системи при охолодженні без драглеутворення, що встановлено експериментально, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика структури колоїдних розчинів полісахаридів

Співвідношення структуроутворювач : цукрова пудра: вершки	Характеристика структури колоїдного розчину полісахаридів
АН : цукрова пудра: вершки 1:1:40	Альгінат натрію при такому співвідношенні компонентів повністю і швидко утворює однорідний розчин, без грудкування. При охолодженні суміші до $t=25\text{ }^{\circ}\text{C}$ його в'язкість суттєво підвищується, проте залишається практично сталою при пониженні температури до $t=10\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.
J-карагінан : цукрова пудра :вершки 1:20:40	Отримали однорідний розчин, структуроутворювач розійшовся повністю, при нагріванні утворився рідкий, в'язкий гель, який при охолодженні до $t=5\text{ }^{\circ}\text{C}$ змінив своєї структури. Спостерігалось утворення дуже тонкої плівки на поверхні розчину, яка при перемішуванні розчину вона зникла.
Агар : цукрова пудра :вершки 1:20:30	Структуроутворювач розійшовся повністю. Оптимальна температура внесення в крем складає $t=35\text{ }^{\circ}\text{C}$, при подальшому охолодженні до $t=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, відбувається драглеутворення.

Виходячи із представлених даних, для підготовки альгінату натрію необхідно змішати його рецептурну кількість із цукровою пудрою у співвідношенні 1:1, ввести в рекомендовану кількість вершків, нагріти до температури, близької 100 °С для повного розчинення і охолодити. Такий розчин зберігає високу в'язкість без драглеутворення при охолодженні до температури $10\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, після чого може бути внесений при збиванні основної частини вершків.

Спосіб підготовки карагінану передбачає перемішування структуроутворювача зі всією кількістю цукрової пудри (у співвідношенні 1:20), розведення вершками і нагрівання до повного розчинення в інтервалі температур 95 – 100 °С, охолодження до температури 5 °С. При такому охолодженні можливе утворення тонкої плівки на поверхні розчину, яка повністю зникає при введенні його у вершки під час інтенсивного збивання.

Для агару за оптимального його співвідношення із цукровою пудрою і вершками, нагрівання до 98 – 100 °С і охолодження до температури 35 °С спостерігається утворення структурованої системи, що нагадує слабкі драгли. При її введенні у вершки спостерігаємо часткову коалесценцію емульсії-піни внаслідок плавлення жиру і стікання рідини, густина системи різко підвищується. При більш суттєвому охолодженні підготовлена система агару перетворюється на драгли з пружною структурою, що ускладнює його введення при збиванні вершків і унеможливило отримання однорідної пишної консистенції крему.

Із урахуванням даних по підготовці структуроутворювачів удосконалено технологічні схеми виробни-

цтва вершкових кремів і досліджено їхні показники якості. При цьому вивчали вплив різних концентрацій полісахаридів для оптимізації рецептурного складу кремів. Окрім органолептичних показників якості, важливими, на нашу думку, стали такі фізико-хімічні показники, як густина крему, піноутворювальна здатність суміші і стабільність крему протягом 7 год вистоювання. Контрольним зразком слугував крем з желатином. Фізико-хімічні показники якості вершкових кремів з карагінаном, альгінатом натрію і агаром представлено в таблиці 2.

Аналіз сукупності показників якості кремів дозволив рекомендувати до використання лише альгінат натрію і j-карагінан, які забезпечують отримання пишної збитої структури крему, що має при низьких температурах (6 – 10 °С) потрібну для оздоблення пластичність без драглеутворення, не піддається розшаруванню і зберігає стабільність відформованих візерунків. Раціональними концентраціями визначено 0,8 – 1 % структуроутворювача до маси вершків, за якими крем не має специфічних запахів і присмаків, а густина, ПУЗ наближені до контрольного зразка.

Зразки крему з невеликими концентраціями агару, до 1 %, схожі на рідку піну, мають «пустий» смак, відчутні включення нерозчиненого полісахариду. При зберіганні структура крему залишається рідкою, а після однієї години вистоювання розширюється повністю. Стабільності кремів на агарі можна досягти лише за високих його концентрацій, 1,5 % і більше, проте структура втрачає будь-яку пишність, повністю перетворюється на драгли.

Таблиця 2 – Фізико-хімічні показники якості вершкових кремів

Показник	Контроль	Концентрація структуроутворювача, %				
		0,5	0,8	1	1,3	1,5
Вершковий крем з j-карагінаном						
Густина крему, г/см ³	620	484	622	701	747	786
ПУЗ, %	166	195	159	131	122	113
Стабільність, %						
Через 30 хв	100	100	100	100	100	100
60 хв	100	100	100	100	100	100
120 хв	100	100	100	100	100	100
240 хв	100	100	100	100	100	100
420 хв	100	96	100	100	100	100
Вершковий крем з альгінатом натрію						
Густина крему, г/см ³	620	513	610	718	806	877
ПУЗ, %	166	197	170	148	130	113
Стабільність, %						
Через 30 хв	100	100	100	100	100	100
60 хв	100	100	100	100	100	100
120 хв	100	100	100	100	100	100
240 хв	100	100	100	100	100	100
420 хв	100	97	100	100	100	100
Вершковий крем з агаром						
Густина крему, г/см ³	620	502	540	583	583	854
ПУЗ, %	166	198	180	175	175	113
Стабільність, %						
Через 30 хв	100	98	100	100	100	100
60 хв	100	87	100	100	100	100
120 хв	100	83	98	100	100	100
240 хв	100	80	90	93	93	100
420 хв	100	75	83	90	90	100

Висновки

Альгінат натрію, j-карагінан і агар мають високий ступінь набухання у вершках і здатні найшвидше розчинятись в них за температур, близьких 100 °С. Це було використано при отриманні їхніх однорідних розчинів для введення в емульсійну систему. Проте, охолодження таких розчинів, що передбачене технологією вершкових кремів і яке є необхідністю для запобігання коалесценції пінної системи, викликає їхнє драглеутворення. Досягти низьких температур систем і сповільнити небажане

драглеутворення можна за рахунок поєднання структуроутворювача з цукровою пудрою і вершками.

На основі результатів органолептичної оцінки та фізико-хімічних показників кремів встановлено раціональні концентрації альгінату натрію і карагінану для виробництва вершкових кремів. Використання агару не дозволяє отримати задовільні показники якості кремів, у зв'язку з чим він не рекомендований для обраної технології.

Список літератури:

1. Мархель, П.С. Производство пирожных и тортов / П.С. Мархель, Ю.Л. Гопенштейн, С.В. Смелое // М.: «Пищевая промышленность». – 1974. – 320 с.
2. Chem, C.S. Emulsion polymerization mechanisms and kinetics / C.S. Chem // Progress in Polymer Science. – 2006. – Vol. 31. – P. 443-486. doi:10.1016/j.progpolymsci.2006.02.001
3. Thickett, S.C. Emulsion polymerization^ State of the art in kinetics and mechanisms / S.C. Thickett, Gilbert R.G. // Polymer. – 2007. – Vol. 48. – P. 6965-6991. doi:10.1016/j.polymer.2007.09.031
4. Dalgleish, D.G. Food emulsions – their structure and structure-forming properties / D.G. Dalgleish // Food Hydrocolloids. – 2006. – Vol. 20. – P. 415-422. doi:10.1016/j.foodhyd.2005.10.009
5. Hydrocolloids Market by Type, Source and Geography – Global Trend & Forecast to 2019 // MarketsandMarkets. – 2013. – [WWW document] Режим доступу URL: <http://www.marketsandmarkets.com/speaktoanalyst.asp?id=1231>
6. Дорохович, А. М. Використання гідроколідів у кондитерському виробництві / А. М. Дорохович, В. І. Оболкіна, О. О. Кохан (Гавва), С. Г. Кляниці // Хлібопекарська і кондитерська промисловість України. — 2005. — № 2. — С. 9-11.
7. Li Juan-Mei, Nie Shao-Ping. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods / Juan-Mei Li // Food Hydrocolloids: Functional Hydrocolloids: A Key to Human Health. – 2016. – P. 46-61.

8. Sriamomsak, P. Swelling and diffusion studies of calcium polysaccharide gels intended for film coating / P. Sriamomsak, R.A. Kennedy // International Journal of Pharmaceutics. – 2008. – Vol. 358. – P. 205-213. doi:10.1016/j.ijpharm.2008.03.009
9. Пивоваров С.П. Вивчення процесу гелеутворення в оболонках капсульованих продуктів з позиції квантово-хімічного моделювання / С. П. Пивоваров, Н.В. Кондратюк // Вісник НТУ «ХП». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХП», – 2014. - № 17 (1060). – С.169-175.
10. Исследование физико-химических свойств экстрактов каррагинана из красной водоросли Chondrus Armatus / С.В. Талабаева, И.А. Кладникова, В.М. Соколова, А.В. Подкорытова // Известия ТИНРО. – 2001. – Том 129. – С. 227-231.
11. Гранатова, В.П. Теория и практика получения и применения натуральных структурообразователей / В.П. Гранатова, А.А. Запорожский, Г.И. Касьянов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2007. - №2. – С. 5-8.
12. Ружинська, Л.І. Дослідження процесу розчинення полісахаридів / Л.І. Ружинська, Н.М. Булах // ScienceRise. – 2015. – №2(9), том 4. – С. 40-45.
13. Камбулова, Ю.В. Дослідження реологічних властивостей розчинів пектинів, альгінату натрію та їх комплексів / Ю.В. Камбулова, І.О. Соколовська // Харчова наука і технологія. – Одеса: ОНАХТ. – №1(26), 2014. – С. 68-73.

Studying of Polysaccharides Swelling for the Use in Cream Technology

Y.P. Zvyagintseva-Semenets, Postgraduate*, *E-mail: jliaua@bigmir.net*

Y.V. Kambulova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*, *E-mail: kambulova.julya@yandex.ua*

I.O. Sokolovska, Candidate of Technical Sciences, assistant*, *E-mail: ia_sokolovskaya@mail.ru*

O.V. Kobylinska, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor*, *E-mail: olenakobylinska@gmail.com*

M. Kolesnyk, Student*, *E-mail: m_kolesnyk@mail.ru*

*Department of Bakery and Confectionery Products Technology

National University of Food Technologies, 68 Volodymyrska Street, Kyiv city, Ukraine

Annotation. The article provides with the research results of swelling and dissolution of sodium alginate, iota-carageenan and agar in cream for the purpose of justifying the way of their infusion in emulsive-foamy system of cream. It has been found that with the creamed mass cooling the polysaccharides form the gel frame that prevents its stratification and provides stability to the system during the lifetime.

The study of functional and technological properties of the hydrocolloids examined allows extending the range of their application, improving the performance characteristics of cream quality with the reduced fat weight fraction- to increase the temperature range of finishing. Taking into account the organoleptic and physicochemical characteristics of finished product quality, the rational conditions of sodium alginate and carageenan infusion and rational concentration of their use have been established.

Keywords: sodium alginate, iota-carageenan, agar, creams, polysaccharides swelling, emulsive-foam systems.

References:

1. Marhel' PS, Gopenstein IuL, Smielioie SV. Proizvodstvo pirozhnyh i tortov. "Pishchevaia promyshlenost". 1974; 320.
2. Chern CS, Emulsion polymerization mechanisms and kinetics. Progress in Polymer Science. 2006; 31: 443-486. doi:10.1016/j.progpolymsci.2006.02.001
3. Thickett SC, Gilbert RG. Emulsion polymerization^ State of the art in kinetics and mechanisms. Polymer. 2007; 48: 6965-6991. doi:10.1016/j.polymer.2007.09.031
4. Daldleish DG. Food emulsions – their structure and structure-forming properties. Food Hydrocolloids. 2006; 20: 415-422. doi:10.1016/j.foodhyd.2005.10.009
5. Hydrocolloids Market by Type, Source and Geography – Global Trend & Forecast to 2019 (2013) [www. document]: <http://www.marketsandmarkets.com/speaktoanalyst.asp?id=1231>
6. Dorohovych A, Obolkina V, Gavva O, Kyianytsia S. Vykorystannia hidrocolloidiv u kondyters'komu vyrobnytstvi. Khlibopekars'ka I kondyters'ka promyslovist' Ukrainy. 2005; 2: 9-11.
7. Li Juan-Mei, Nie Shao-Ping. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. Food Hydrocolloids: Functional Hydrocolloids: A Key to Human Health. 2016; 46-61.
8. Sriamomsak P Kennedy RA. Swelling and diffusion studies of calcium polysaccharide gels intended for film coating. International Journal of Pharmaceutics. 2008; 358: 205-213. doi:10.1016/j.ijpharm.2008.03.009
9. Pyvovarov Ye, Kondratiuk. Vyvchennya procesu geleutvorennya v obolonkah kapsulvanyh produktiv z pozycii kvantovo-himichnogo modelyuvannya. Visnyk NTU "XPI", Seriya: Novi rishennya v suchasnyh tehnologiyah, Harkiv. 2014; 17: 169-175.
10. Talabaieva SV, Kladnikova IA, Sokolova VM, Podkorytova AV. Issledovanie fiziko-khimicheskikh svoystv ekstraktov karragenana iz krasnoi dyljhenb Chondrus Armatus. Izvestiia TINRO. 2001; 129: 227-231.
11. Granatova VP, Zaporozhskiy AA, Kasianov GI. Teoriia i praktika polucheniia i primeneniia naturalnykh strukturoobrazovatelye. Izvestiia vysshykh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaiaia tekhnologii. 2007; 2: 5-8.
12. Ruzhynska LI, Bulakh NM. Doslidzennia procesu rozchynenniia polisakharydiv. ScienceRise. 2015; 2(9): 40-45.
13. Kambulova IuV, Sokolovska IO. Doslidzennia reolohichnyh vlastyvostey rozchyniv pektyniv, alhinatu natriiu ta iih kompleksiv Kharchova nauka I tehnolohiia – Odessa: ONAKHT. 2014; 1(26): 68-73.

Отримано в редакцію 24.04.2016

Прийнято до друку 26.05.2016